Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,26 (1982): 207-228. Palma de Mallorca

EL COMPLEJO DE MANGLAR DEL MIOCENO TERMINAL DE LA ISLA DE MALLORCA

JOAN JOSEP FORNOS Y LLUIS POMAR GOMA

RESUMEN. El Mioceno Terminal en la Isla de Mallorca está constituído por una uniad carbonatada, situada sobre una importante superfície de erosión que afecta al complejo arrecifal de edad Tortoniense-Messiniense. Esta unidad se halla integrada por cuatro secuencias deposicionales (FORNOS, 1983). La secuencia deposicional inferior corresponde a un complejo de manglar compuesto por cuatro niveles: a) nivel de calcarenitas con bioturbación vertical, b) niveles de fango carbonatado con bioturbación, c) niveles calcareníticos bioclàsticos y d) niveles de arcillas verdes con cantos ennegrecidos. La diferente superposición de los niveles que integran este complejo permite inferir la evolución paleogeográfica del Complejo de Manglar. Este presenta un carcter expansivo con secuencias regresivas por progradación lateral, dentro de una secuencia general trangresiva.

ABSTRACT. The Terminal Miocene is build-up in Mallorca (Balearic islands) by a Carbonate Unit. This unit overlie an erosive surface afecting the Recifal Complex deposits (Tortonian-Messinian age) by four levels that are interpreted as a Mangroove Complex. This levels are: a) level of vertical bioturbated calcarenites, b) level of bioturbated carbonate mud, c) level of bioclastic calcarenites, and d) level of green clays with black-pebbles. Several depositional sequences of this levels are described and interpreted. The paleogeography of the Mangroove Complex shows an expanssive character wih regressive sequences (made by lateral progradation) in a general transgressive suite.

1. INTRODUCCION

El Neógeno superior post-orogénico está formado en Mallorca por depósitos tabulares afectados tan sólo por fallas distensivas. Se compone de un ciclo inferior de calcisiltitas depositadas en un ambiente de plataforma y cuenca, sobre las que se desarrollan los importantes complejos arrecifales del tortoniense-messiniense. Estos complejos están afectados por un período erosional (BA-

RON y POMAR, 1978 – POMAR, 1979) en los que se han formado paleosuelos que los disectan y a los que sigue una nueva pulsación transgresiva que deposita una unidad carbonatada, que es nombrada por GARCIA YAGUE y MUNTANER (1968) como "Calizas Pont d'Inca" y "Terminal Complex" por ESTEBAN et Al. (1977-1978) BARON y POMAR (1978) y BARON (1980). Sin enbargo esta unidad no ha sido tratada con detalle por ningún autor. Tan solo se encuentran refrencias aisladas. Así, HERMITE (1879) describe, entre otras, la serie del Mioceno superior en Santanyí y distinque un nivel inferior de calizas duras con bivalvos y un nivel superior de calizas blancas con *Ostrea* y *Pecten*. COLOM (1975), cita unas molasas de edad tortoniense en Santanyí, que acaban con facies salobres y lacustres, y con grandes bancos de oolitas.

Esta unidad carbonatada aflora principalmente en la costa oriental de Mallorca, constituyendo la Marina de Llevant, desde Porto Colom hasta Cala Marmols, y sus costas acantiladas ofrecen magníficos cortes. También aflora, aunque de forma más limitada en la costa sur, desde S'Estanyol hasta Vallgonera, y en la Bahía de Palma. En el sector oriental de Mallorca, se explota comercialmente algunos de los niveles oolíticos que integran esta Unidad y recibe el nombre de "Pedra de Santanyí". En su conjunto esta unidad alcanza unos 30 mts. de potencia y se halla delimitada por dos superfícies de erosión a nivel regional: la que la separa de los sedimentos pliocenos, poco clara, en el techo de la serie, y la que la separa del "Complejo Arrecifal" en la base (ESTEBAN, 1980).

Dentro de esta unidad carbonatada FORNOS (1983) diferencia cuatro unidades que consisten en de base a techo (Fig. 1): a) un Complejo de Manglar (objeto del presente trabajo), b) una Unidad Estromatolítica Inferior, compuesta de niveles de fango carbonatado con conchas orientadas y capas estromatolíticas, atribuíble a un ambiente de "lagoon", c) una Unidad Oolítica correspondiente a un "sand shoal" intermareal, y d) una Unidad Estromatolítica Superior con características diagenéticas particulares y que corresponden a un periodo netamente regresivo.

2. EL COMPLEJO DE MANGLAR DEL MIOCENO TERMINAL

El Complejo de Manglar se sitúa encima de una importante discontinuidad de carácter erosivo que, a nivel regional corta el Complejo Arrecifal. Está caracterizado por diversos niveles de suelos hidromorfos, niveles de calcarenitas

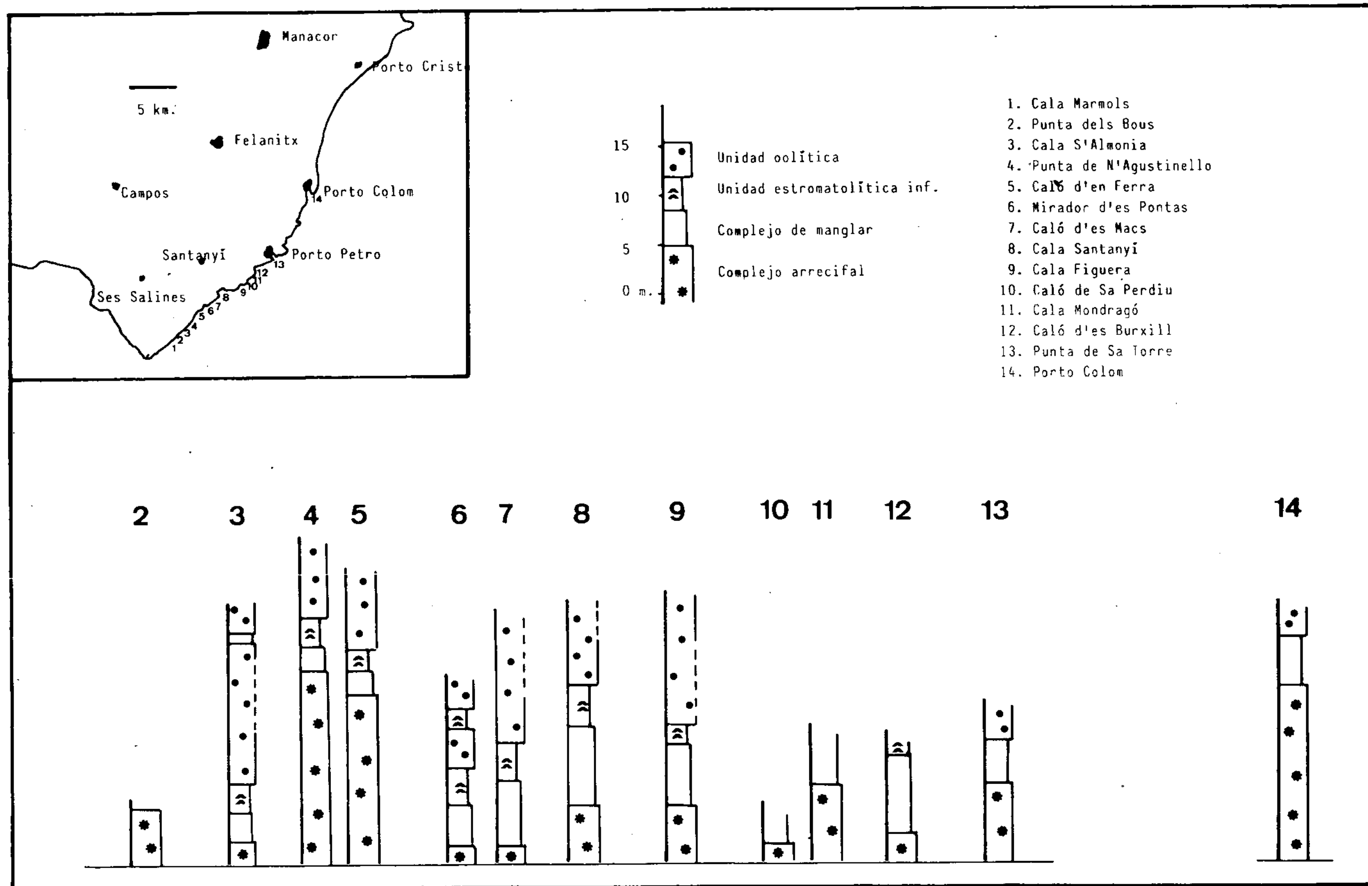


Fig. 1: Disposición estratigráfica del Complejo de Manglar dentro de la Unidad Carbonatada del Mioceno Terminal.

bioclásicas con pectínidos, cerítidos y concentraciones de ostreidos, y niveles de arcillas verdes con cantos, poco rodados y ennegrecidos (Fig. 2). El contacto entre los diferentes niveles es muy irregular, y la potencia de todo el Complejo oscila de 2 a 8 mts. siendo de unos 5 mts. por término medio. A pesar de que las facies de manglar presentan un gran desarrollo en esta unidad carbonatada (el "Complejo Terminal" de ESTEBAN) no son exclusivas de la misma ya que también se encuntran como facies de "back reef" dentro del Complejo Arrecifal tal como se observa en la sección del Cap Blanc (Fig. 3). En este último caso las facies de manglar se hallan integrados en la secuencia arrecifal, dispuestas sobre los sedimentos del "reef flat". Lateralmente pasan transicionalmente a facies de cresta arrecifal como consecuencia de la progradación ascendente del sistema arrecifal.

Todo el Complejo de Manglar se halla recubierto por una Unidad Estromatolítica Inferior, que comienza por unos niveles laminados de fango carbonatado con ripples de oleaje y conchas orientadas que, gradualmente, van siendo colonizados por cianobacterias hasta formar grandes domos estromatolíticos.

Dentro del Complejo de Manglar podemos distinguir cuatro niveles diferenciados en base a las diferentes secuencias que los integran. Estos cuatro niveles son (Fig. 2):

a) Niveles calcareníticos con bioturbación vertical.
b) Nivel de fango carbonatado con bioturbación.
c) Niveles calcareníticos bioclásticos.
d) Niveles de arcillas verdes con cantos ennegrecidos.

a) *Nivel de calcarenitas con bioturbación vertical:* Este nivel tiene una potencia por término medio de 1 a 1'5 mts. El sedimento sobre el que se desarrollan bioturbaciones verticales está compuesto por calcarenitas (packstone-grainstone) que presentan como principales componentes miliólidos, y en forma más aislada pectínidos y ostreidos. Los ostreidos tambien se presentan en la base de estos niveles en concentraciones de forma lenticular de aproximadamente 1 m. de ancho y unos 10-15 cm. de potencia. Su color es amarillo rosado. La estructura está formada por los moldes externos de raíces verticales en un 90%. El diámetro de estas raíces oscila entre los 2 y los 5 cm. llegando a medir hasta los 15 cm. La altura reconocible de estas estructuras rara vez sobrepasa los 30 cm. observándose en el resto de la capa una estructura brechada. Con un contacto en la base gradual si se depositan encima de los niveles

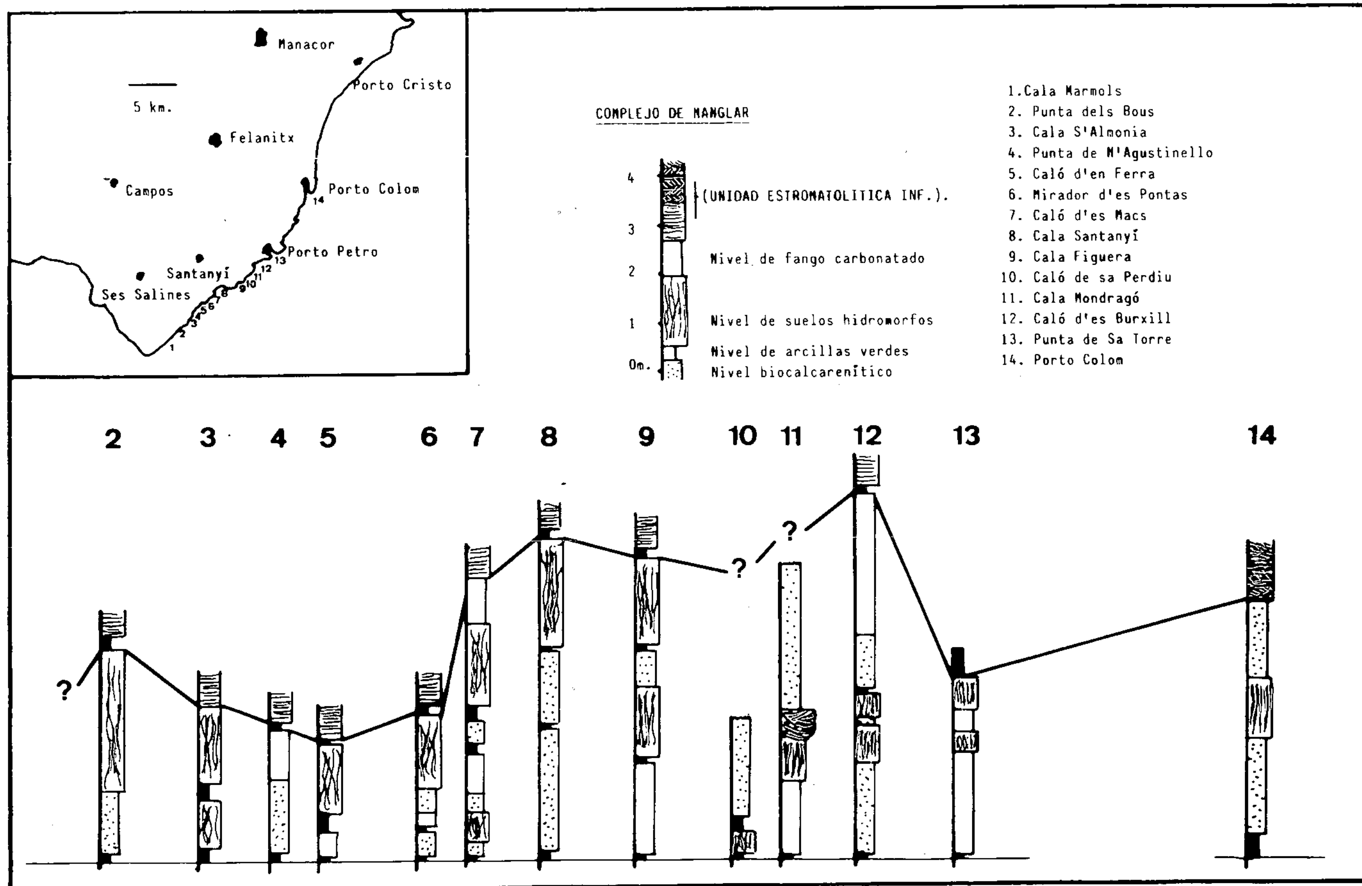


Fig. 2: Disposición de los diferentes niveles del Complejo de Manglar aflorantes en la Marina de Levante.

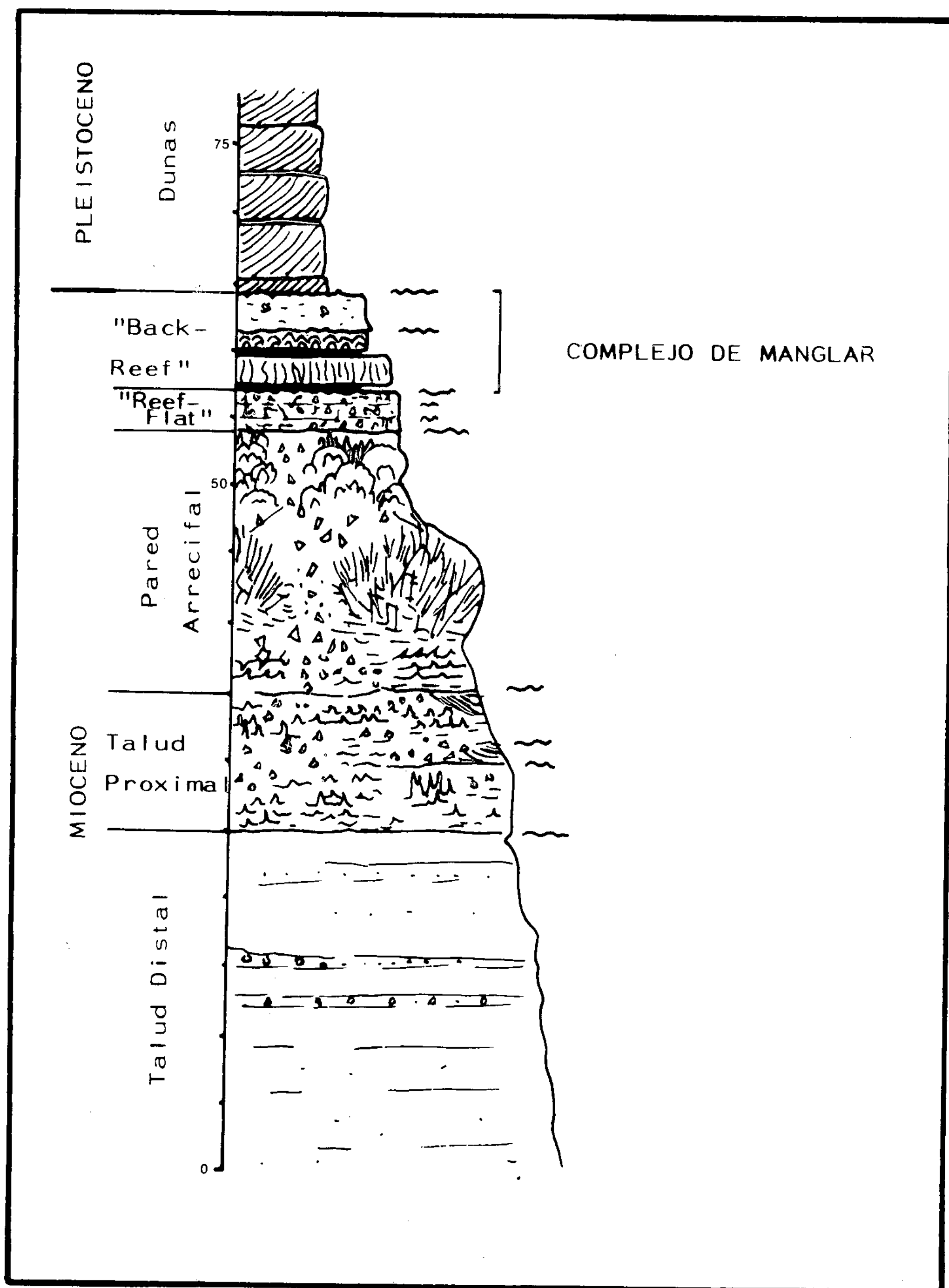


Fig. 3: Secuencia arrecifal del Cap Blanc (según POMAR, inédito).

calcareníticos o de fango bioturbado, o muy marcado si lo hace encima del nivell de arcillas verdes. El contacto a techo suele ser siempre muy claro y a veces erosivo.

Estos niveles aunque muy continuos, lateralmente se adelgazan y pasan a otros niveles del Complejo de Manglar. Este acuñamiento es mucho más pronunciado hacia el Oeste (continente). Un hecho característico observado en la base de los niveles de manglar, es una tonalidad rosada claramente delimitada (de unos 20 cm. de potencia), que viene marcada además por la ausencia de macrofauna (Fig. 4) SEMENIUK (1981) describe en las llanuras mareales actuales del NW de Australia el mismo fenómeno en niveles similares, que interpreta como consecuencia de un pobre intercambio de oxígeno en los limos que se forman bajo una fina capa de oxidación (10-30 cm) bajo el manglar; el análisis de R.X. de estos limos secados, demuestra que la coloración es debida al sulfuro de hierro. El sulfuro de hierro, a la vez, también impregna el tejido de madera del manglar. Los ácidos orgánicos desprendidos en la descomposición

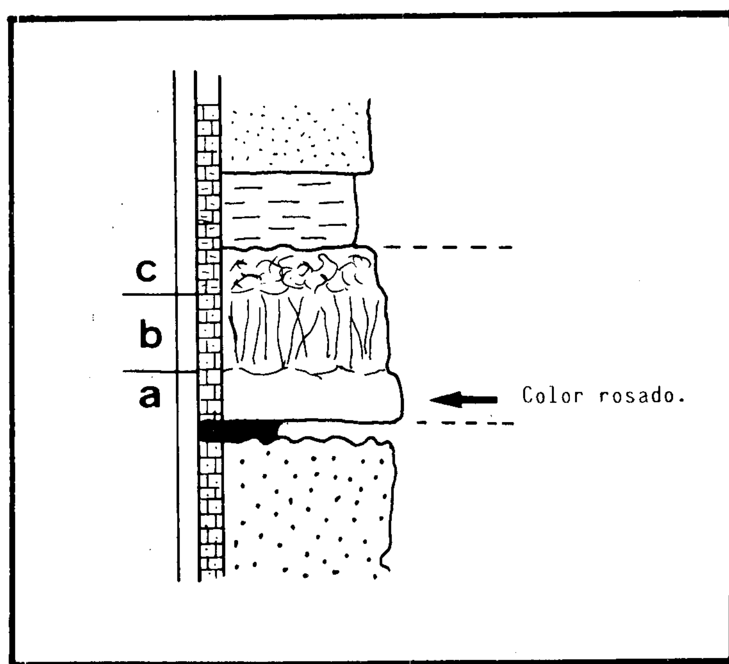


Fig. 4: Nivel calcareníticocon bioturbación vertical. a) Nivel masivo sin macrofauna. b) Estructuras verticales atribuíbles a raíces. c) Nivel noduloso.

de la fauna y la flora corroen y eventualmente disuelven en la totalidad las conchas carbonatadas, quedando el limo carbonatado con una estructura de raíces.

b) *Niveles de Fango Carbonatado con bioturbación:* Estos niveles están formados por fango micritico carbonatado en el que los componentes esqueléticos más importantes son los miliólidos y algunos textuláridos, presentando como macrofauna algunos pectínidos y ostreidos. La potencia oscila de 1 a 2 mts. y los contactos tanto a base como a techo suelen ser graduales si pasan a los niveles calcareníticos o de manglar, y erosivos si se ponen en contacto con los niveles de arcillas verdes. En líneas generales se trata de wackestone de color amarillo-ocre. Las capas presentan una estratificación horizontal ligeramente ondulante pasando lateralmente a los niveles más calcareníticos. Se interpretan estos sedimentos como litorales como lo demuestran la presencia de miliólidos y de pequeñas estructuras de raíces (*Thalassia?*) que se han podido observar al microscopio.

La relación de estas capas bioturbadas con el resto del Complejo es un poco confusa, pero casi siempre se encuentran en la base de los niveles de manglar.

c) *Niveles calcareníticos bioclásticos:* Formados por capas de calcarenítas bioclásticas (grainstones) siendo los principales componentes fragmentos de gasterópodos y bivalvos, con abundancia de foraminíferos (miliólidos). Se presentan en capas de 0.5 a 3 mts. de potencia (normalmente 1.5) que se acuñan lateralmente y son muy variables de potencia, pasando lateralmente a los niveles bioturbados. La base suele ser erosiva presentando concentraciones de conchas con muy poco fango (rudstone) en contacto, por la base, con los niveles de arcillas verdes. En Cala Mondragó, se ha observado en la base de este nivel un canal con estructuras de relleno lateral con cantos calcáreos de 2 a 5 cm. de diametro bien redondeados. El color del nivel es amarillo-blanquecino.

Estos niveles calcareníticos corresponden a los niveles de más alta energía de todo el Complejo de Manglar, depositados tanto en momentos de tormentas (como lo prueba el hecho de la existencia de "lag deposits" en la base y una marcada laminación horizontal), como también por los materiales aportados por los canales que atraviesan el crecimiento del manglar.

d) *Niveles de arcillas verdes con cantos ennegrecidos:* Estos niveles de arcillas verdes puras presentan en lineas generales una potencia no superior a los 20 cm. Los lavados efectuados han dado como una mezcla de elementos de aguas dulces y salobres, así como fauna plenamente marina. Estos lavados han dado como fauna: *Elphidium crispum* (Linneo), *Valvulineria bradyana* (Fornassini), ostrácodos y gasterópodos embrionarios.

Dentro de estas arcillas verdes hay también abundantes restos vegetales y carbonosos, y también, abundantes fragmentos de calizas en general muy dispersos, pero que en puntos llegan a concentrarse pudiendose hablar entonces de una auténtica brecha. La mayoría de estos cantos, que son todos calizos, y de un diámetro no superior a los 10 cm. y subangulosos, estan ennegrecidos. FLUGEL (1982) indica que estos cantos negros ("black pebbles") son un tipo especial de extraclastos (es decir, llevados a la cuenca de una fuente exterior), importantes para la interpretación de facies. Este autor enumera diversos factores para explicar su génesis.

1. Estos litoclastos calizos negros, de orden de tamaño centimétrico, se producen actualmente en los Forida Keys por la infiltración de sustancias orgánicas dentro de una capa porosa carbonatada. La materia orgánica se deriva de sustrato superior con manglares y xerófitas que se sitúan encima de la capa porosa. La erosión y la redeposición pueden también transportar los litoclastos a diversos ambientes sedimentarios cerca de tierra (shallow-marine, freshwater ponds). Los cantos negros son así indicadores del crecimiento de plantas terrestres cerca de tierra, y de transgresiones o fluctuaciones del nivel del mar.
2. Otro método de génesis relatado por FLUGEL (1982) es el propuesto por BECHSTADT (1979). Los sedimentos de llanura material son cementados dentro de la zona vadosa, seguidos de brechificación y resedimentación. Pequeños frangmentos depositados en depresiones someras pueden ser disueltos por ácidos orgánicos, así el color negro es debido a la bitúmina o pirita formada en el ambiente reductor. Los cantos negros o brechas negras asociados con margas gris-verdes o dolomías margosas pueden a veces indicar emersiones cíclicas y karstificación de las plataformas lagunares carbonatadas, produciendo sedimentos residuales.
3. Las calizas ennegrecidas y cantos de caliche son también producidos in sittu en el margen de lagos hipersalinos (WARD et Al. 1970).
4. Para WILSON (1975), calizas brechadas oscuras y partículas ennegrecidas aisladas pueden indicar exposición subaérea en áreas salinas rellenas periodicamente por aguas hipersalinas. Los "algal mats" crecen aquí durante periodos de aguas altas pero están intermitentemente expuestos a la desaparición de los márgenes de los estanques que se secan completamente. El color negro se deriva de la penetración de materia orgánica, fácilmente por las perforaciones de las algas microfilamentosas que prosperan en los "algal mats" y a los caldos residua-

les, que impregnan el sustrato inferior. El retrabajamiento de estos materials brechados suele ser común en las capas superiores.

En nuestro caso parece evidente que tanto el punto (1) como el (2) concuerdan perfectamente con lo descrito hasta ahora en los niveles de arcillas verdes con cantos ennegrecidos.

3. EL MAGLAR ACTUAL

3.1. *El Manglar como Ecosistema*

Los manglares en la actualidad se encuentran en zonas tropicales, caracterizándose ecológicamente por dar una sucesión muy rápida al pasar de las cosas marinas al bosque.

Las típicas plantas halófitas del "marsh" son intercaladas o reemplazadas por los manglares. Así, donde los abundantes manglares y plantas del "salt marsh" aparecen juntos, los manglares típicamente en el lado del "marsh" ya que puden enraizar en aguas profundas (DAVIS, 1979). De todas formas, EGLER (1952). Sugirió que en algunos lugares los halófitas del "marsh" pueden ser especies pioneras en la sucesión de la implantación de los manglares.

En el Caribe, por ejemplo, en el agua de los lugares poco batidos por las olas se extienden praderas de fanerógamas marinas (*Thalassia testudinum*), donde crece el manglar directamente compitiendo con vegetaciones de plantas bajas (MARGALEF, 1974). La sombra de las ramas del manglar (*Rhizophora mangle* o manglar rojo) que avanza hacia el mar inhibiendo el desarrollo de la *Thalassia.* El manglar avanza también hacia el mar utilizando sus raíces como zancos, atrapando toto tipo de sedimentos. Tras el manglar rojo avanzan otras especies, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia nitida.* Las diferentes especies de manglar en realidad, constituyen comunidades muy diferenciadas (Fig. 5). El manglar forma una faja litoral que puede llegar a tener varios centenares de metros de anchura en dirección al mar, con los correspondientes claros y canales. La altura de esta vegetación litoral no suele exceder de 8 a 13 mts.

El manglar vivo suministra alimento a un número muy reducido de organismos de orígen marino, sin embargo sus raíces ofrecen soporte a numerosas partículas que lleva en suspensión el agua que circula entre los manglares en la marea alta. De este modo se pueden encontrar ostreidos (*Crassastrea rhizophorae*) en el nivel más alto, pues resisten fácilmente a la emersión, y debajo de él, variadas esponjas, algas verdes (*Valonia, Bryosis, Caulerpa*), pardas (*Ecto-*

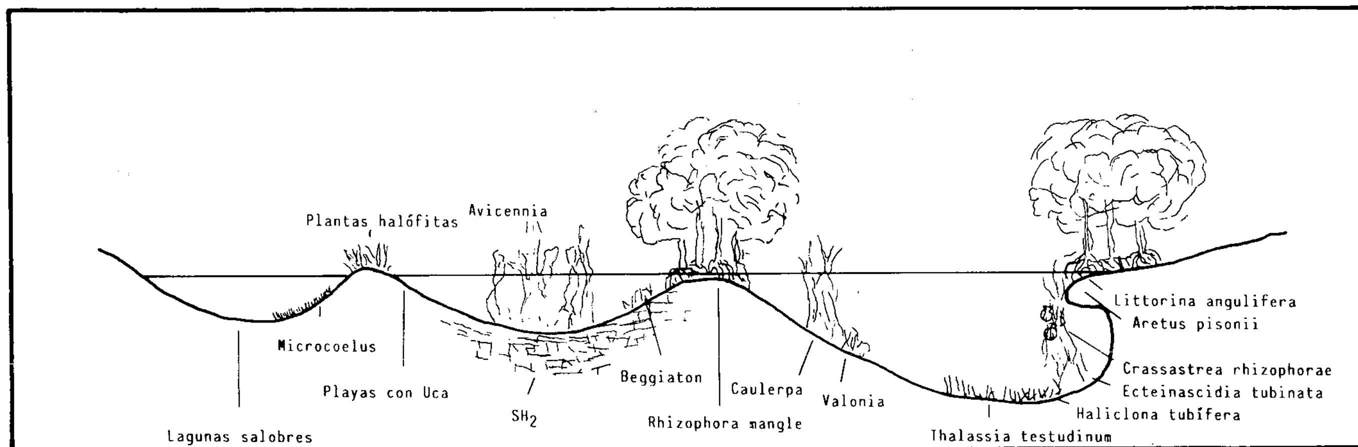


Fig. 5: Morfología, fauna y vegetación en los manglares actuales (según MARGALEF, 1974).

carpus, Padina) y rojas en menor cantidad. Si hay flujo de aguas dulces son frecuentes entoces las algas rodofíceas (*Bastrycha*). Encontrándose también abundantes animales nadadores que se nutren de los organismos y de las partículas detríticas en suspensión en el agua de los canales. Sobre las raíces del manglar, fuera del nivel del agua, es frecuente el gasterópodo *Littorina angulifera* y crustáceos decópodos (*Aratus pisonii, Grapsus*).

El ejemplo de la sucesión *Thalassia-Rhizophora* es instructiva por la agresividad del manglar, por la rapidez con la que éste crea un complejo de condiciones totalmente diferente de lasprecedentes y porque representa un cambio sustancial en la naturaleza del ecosistema.

3.2. *Las Secuencias Deposicionales*

a) *Los manglares de Florida:* En primer lugar los manglares de Florida fueron dados como regresivos por DAVIS (1940) al observar que los manglares habían progresado y colonizado bancos de fango carbonatado. Pero más tarde, SCHOLL (1969) demostró que la secuencia era transgresiva, al observar que los sedimentos carbonatados inferiores eran de orígen lacustre.

Dentro de la bahía de Florida, ENOS y PERKINS (1979) describen la secuencia como transgresiva dando de base a techo: sedimentos de estanque de agua dulce, turba de manglar, sedimentos de bahía, banco carbonatado, isla, etc. Así durante la transgresión del área se depositó la turba del manglar, que fue consiguientemente recubierta por sedimentos de banco fangoso carbonatado. Estos depósitos masivos son a la vez recolonizados por manglares que forman así una secuencia local regresiva.

b) *La Plataforma de Belize:* EBANKS (1975) muestra también una secuencia trangresiva en la que los depósitos de manglar son transgredidos por sedimentos carbonatados de la plataforma de Belize. En este caso los depósitos de turba de manglar son recubiertos por un complejo carbonatado que registra los últimos estadios de la transgresión, pero que contiene depósitos inter y supramareales que pueden ser localmente reconocidos como regresivos debido a la extensión lateral de los ambientes isleños (WOODROFFE, 1981).

c) *Isla del Grand Cayman:* WOODROFFE (1981) indica que la secuencia empieza aquí por depósitos de fango carbonatado de hábitats periódicamente inundados, similares a los que se encuentran actualmente en los manglares con vegetación de tipo herbáceo. Después se disponen los manglares que son recubiertos por depósitos típicamente marinos, que en determinados puntos son precedidos de erosión local.

d) *Llanuras mareales del Norte de Australia:* Este ambiente está situado en la zona tropical y caracterizado por fuertes mareas (SEMENIUK, 1981). Las llanuras fangosas con manglares se caracterizan por tener una superfície suave y ondulada. Localmente las barras arenosas migran desde las zonas inferiores e invaden estas zonas superiores. Los elementos biológicos de los elementos del manglar están formados por árboles de manglar que proveen el hábitat para la diversa fauna, como son, peces, cangrejos, gusanos, bivalvos, que bioturban el sedimento; ostreidos, percebes, que incrustan los árboles del manglar; y gasterópodos. Con todo ello son características dos litofácies: a) fango homogéneo o bioturbado con estructuras de raíces de manglar y con abundantes conchas; y b) fango bioturbado o laminado con algunas conchas. La primera litofácies és la dominante, mientras que la segunda es la más común hacia tierra (SEMENIUK, 1981).

4. DESARROLLO DE LA SECUENCIA DEPOSICIONAL: COMPARACION DEL MODELO MIOCENO CON LOS MODELOS ACTUALES

El manglar como línea de costa juega un papel doble, tanto como unidad transgresiva durante el levantamiento del nivel del mar, como unidad regresiva sobre el sustrato marino (Fig. 6) ideal para su progradación (WANLESS, 1974). De este modo, dentro de una secuencia generalmente transgresiva se pueden dar pequeñas secuencias regresivas cíclicas formadas por la progradación lateral de los niveles del manglar. En consecuencia, en el registro geológico tendremos una conjunción de ambos sistemas.

Así, en el caso de que la secuencia programe lateralmente, los límites entre las litofácies suelen ser gradacionales, habiendo tan sólo discontinuidades por erosión como resultado de fenómenos periódicos (Fig. 7). A parte de esta progradación de litofácies, generalmente cuando son paralelas a la costa, tenemos la implantación del nivel de manglar cuando las condiciones del sustrato son óptimas, como puede ser por ejemplo una pequeña barra (Fig. 8) fácilmente colonizable si llega a aflorar por encima del nivel del mar.

De acuerdo con las características del manglar actual, descritas anteriormente, se puede sin duda, interpretar las diferentes unidades que componen el Complejo de Manglar del Mioceno Terminal de Mallorca. Así las facies de los niveles de fango carbonatado bioturbado, corrsponden a un ambiente energético muy bajo, poca profundidad de agua, y seguramente a la zona descrita por MARGALEF (1974) como poblada por praderas de fanerógamas *(Thalassia*

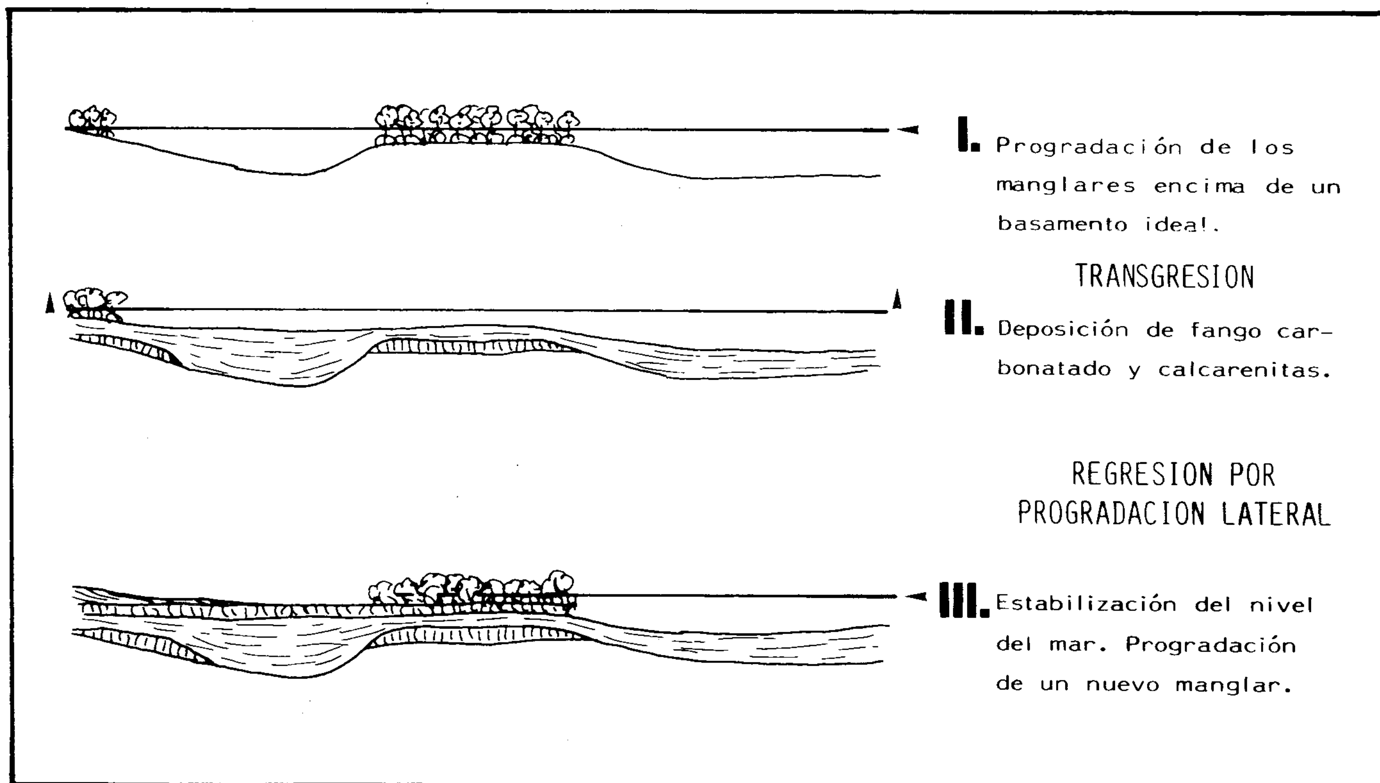


Fig. 6: Mecanismos de formación de las secuencias.

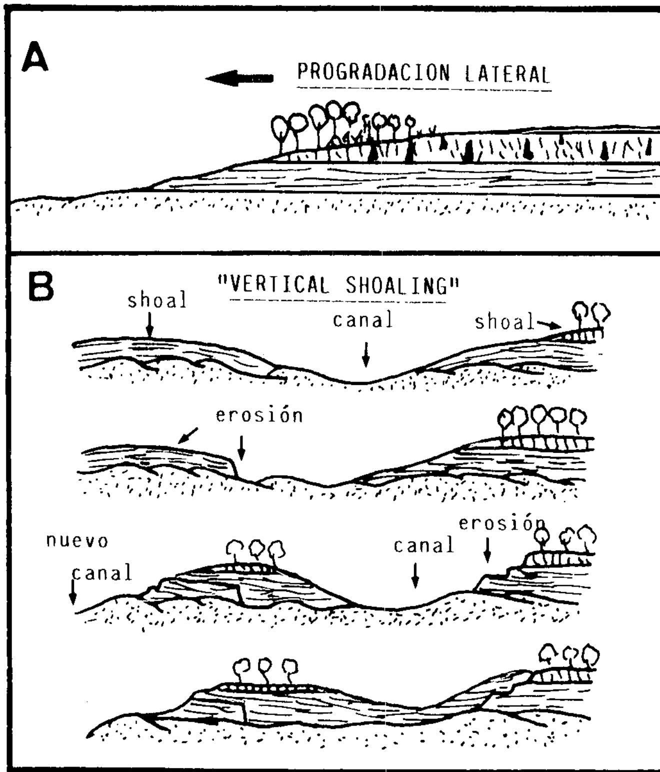


Fig. 7: Mecanismos generadores de la secuencia estratigráfica (según SEMENIUK, 1981).

testidinum), aunque también pueden corresponder a la base de los canales (con "lag deposits") mostrando entonces un tránsito gradual hacia los niveles calcareníticos. Los niveles de arcillas verdes con cantos ennegrecidos, corresponderían a estanques muy someros donde se daría un aporte de agua salada en momentos de mareas altas o bien por fuertes tormentas que serían las que apórtarían los cantos, arrancados mayoritariamente de la misma formación. Los niveles calcareníticos corresponden a dos posiciones diferentes, tanto como sedimentos transportados por canales mareales situados entre los manglares, como barras claramente marinas y con estructuras de tormentas sobre las que

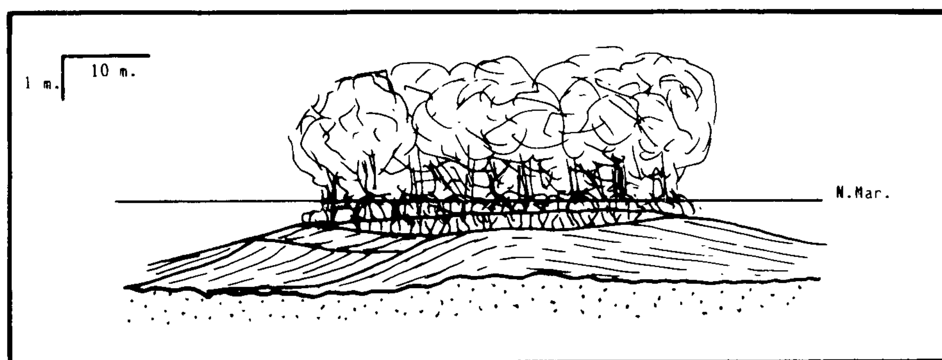


Fig. 8: Asentamiento de los manglares en lugares preferentes: Cresta de una barra.

progada el manglar, siendo ambas posiciones claramente diferenciales dentro del contexto.

Un hecho típico de los depósitos de manglar descritos en la literatura es la existencia de depósitos con turba, en general bastante bien desarrollados, que en los sedimentos de la Marina de Levante de Mallorca no están presentes. Este hecho es fácilmente explicable a partir de varios hechos, como son que los niveles en los que se encuentran fragmentados de restos carbonosos están fuertemente erosionados. También es probable que la existencia de vegetación y del tipo de manglar, fuera muy efímero debido a la rápida transgresión y consiguiente recubrimiento por barras oolíticas.

A partir, de esta interpretación, son facilmente deducibles las diferentes secuencias que se pueden observar (Fig. 9) así tendremos: a) nivel calcarenítico –nivel de calcarenitas con bioturbación vertical– nivel de arcillas verdes, en caso de que el manglar se nos implante en lugares de crecimiento preferente, como puede ser encima de una barra. b) nivel de fango bioturbado –nivel de arcillas verdes– nivel calcarenítico con bioturbación vertical, cuando tengamos una progradación lateral del manglar; y c) nivel de arcillas verdes –nivel calcarenítico con bioturbación vertical, cuando el manglar se implante directamente sobre el sustrato.

La evolución vertical del complejo viene dada en la Marina de Levante por varios ciclos de secuencias "shoaling" dentro de una secuencia general transgressiva. La base de la unidad se observa de forma "ondulada" debido a que la superficie de erosión del Complejo Arrecifal presenta una altura variable con respecto al nivel del mar actual. El número de ciclos y la potencia de

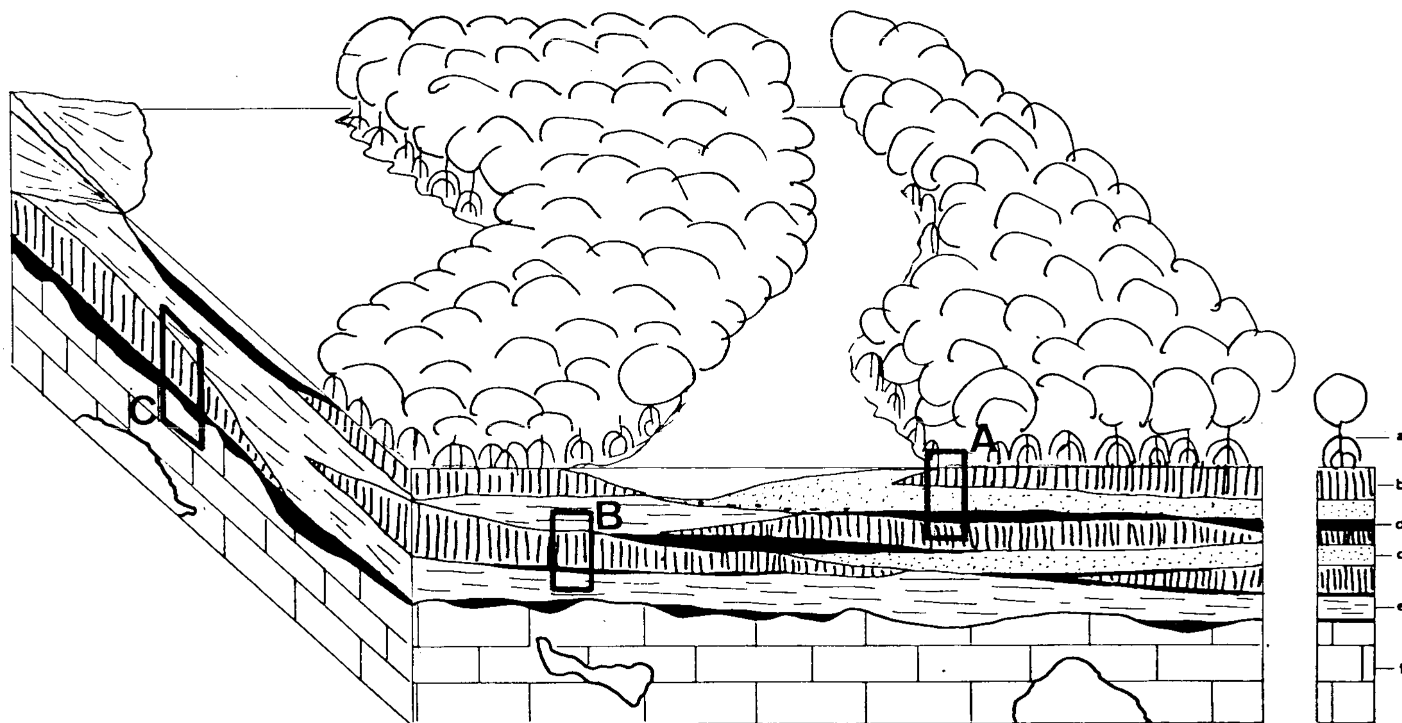


Fig. 9: Diversos tipos de secuencias (ver comentarios en el texto).

los mismos va ligada a las ondulaciones de la superficie de erosión supraarrecifal. Todo ello, junto con el hecho de que el manglar representa fielmente el paleonivel marino, ha dado pie a la reconstrucción de todo el corte de la Costa de Levante llevando a la horizontal el techo de las últimas capas de los niveles de manglar (Fig. 10a), y el techo de las capas de la Unidad Estromatolítica Inferior (Fig. 10b). Esta paleoreconstrucción muestra el carácter expansivo de estos niveles, que comienzan por el relleno de las partes más deprimidas de la superfície de erosión sobre el Complejo Arrecifal.

Varios factores podrían ser interpuestos en cuanto a la reconstrucción efectuada, como son la erosión (desmantelamiento de los niveles de manglar), basculamientos actuales, etc. Estos puntos sin embargo, parecen no tener sentido ya que el Complejo de Manglar está siempre muy bin delimitado, excepto en un par de afloramientos (10 y 11 de la Fig. 2) y no muestran señales de niveles claramente erosivos, que no sean los del propio Complejo, generados por el desarrollo de la secuencia.

La explicación que parece más evidente es que se produjo el descenso generalizado del nivel del mar con la consiguiente karstificación, erosión del complejo y formación de un paleorelieve mas o menos ondulado de la plataforma carbonatada, con pequeñas depresiones y altos de morfología muy suave. Sobre este relieve se implantó el sistema de manglar durante el ascenso del nivel del mar, comenzando por las zonas más deprimidas, mientras que las partes más elevadas permanecían emergidas y en proceso de erosión. La progresión de la transgresión, implicaría la interrupción de la progradación del manglar y la instalación de nuevos sistemas de manglar, lo que implicaría una mayor potencia y números de ciclos del Complejo de Manglar en los lugares originalmente más deprimidos. Este punto de engrosamiento del Complejo de Manglar, se observa por circunstancias parecidas y más puntualmente, en algunas de las zonas de colapsamiento (brechificación debida al hundimiento de las capas de la unidad debido a la karstificación del sustrato arrecifal) producidas durante el momento de la deposición de los manglares, los cuales suelen fosilizarlos.

5. CONCLUSIONES

La secuencia inferior del Mioceno Terminal de la costa de levante de la Isla de Mallorca, está constituída por un conjunto de niveles que se disponen, bien en sucesión vertical, bien en tránsitos laterales. Este conjunto de niveles

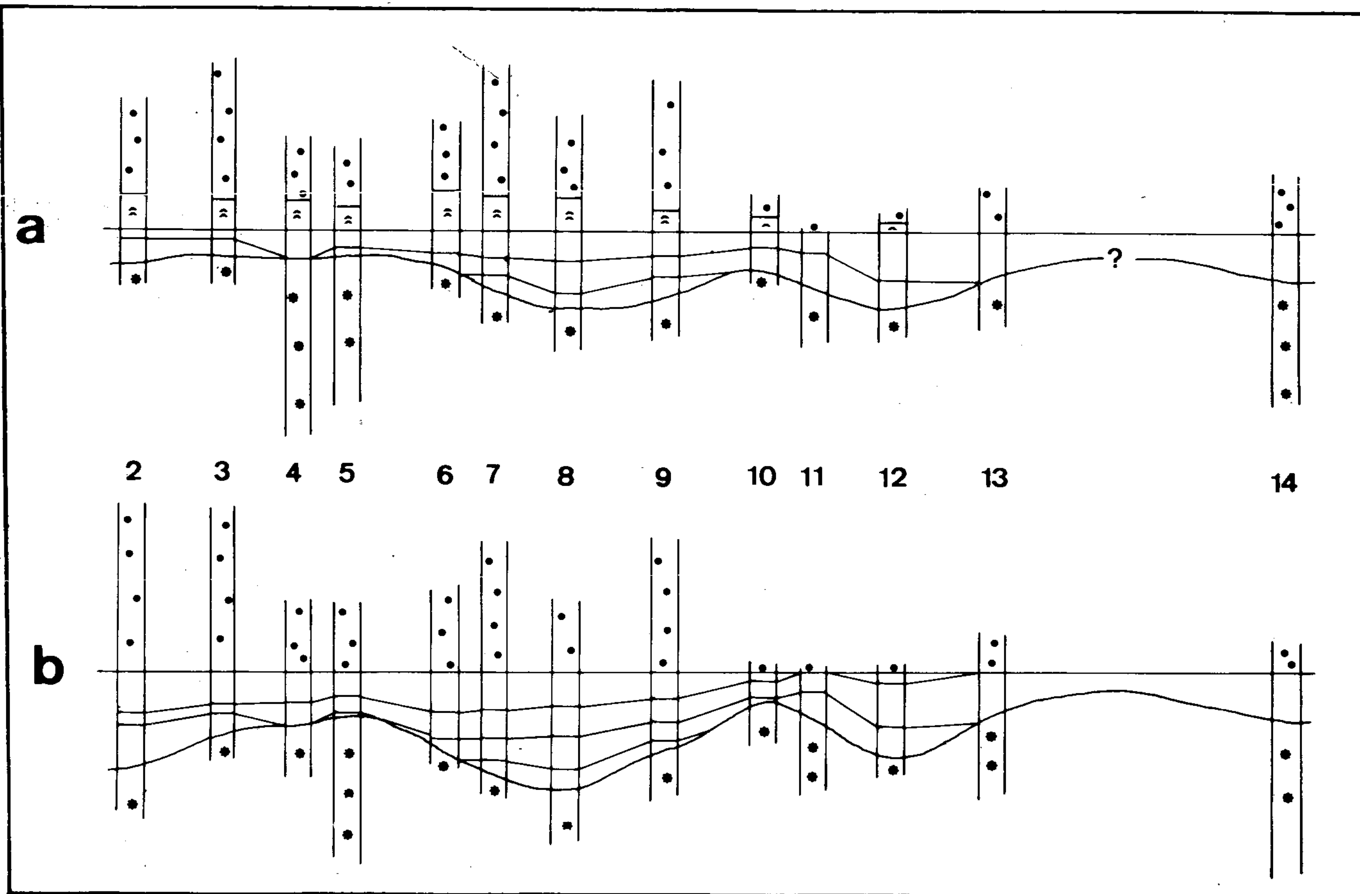


Fig. 10: Disposición de los diversos ciclos del Complejo de Manglar mostrando el carácter expansivo del mismo.

queda claramente delimitado en la base, por una importante superfície de erosión de forma ondulada que afecta a los sedimentos de carácter arrecifal fuertemente karstificados. Las características litológicas, de estructuras, bioturbación, componentes bioclásticos y fósiles, permiten atribuir estos depósitos a un complejo de manglar. La superposición de los diferentes niveles origina secuencias comparables a las descritas en los manglares de Florida (ENOS y PERKINS, 1979), Plataforma de Belize (EBANKS, 1975) y las llanuras mareales del Norte de Australia (SEMENIUK, 1981). La superposíción de las diferentes secuencias regresivas (por progradación lateral) registra hasta tres ciclos de carácter progradante y expansivo que implican una subida del nivel del mar.

BIBLIOGRAFIA

BARON, A. (1980).– El Complejo Terminal Messiniense en la Isla de Mallorca. Inédito.

BARON, A.– POMAR, L. (1978).– Recent distribution of Neogene Sedimentation areas of the Mediterranean; area 405: Balearic Depressión. I.G.C.P. Project nº 25 (UNESCO, IUGS). En prensa.

BECHSTADT, T. (1979) The lead-zinc deposit of Bleiberg-Kreuth (Corinthia, Austria): Palinspastic situation, paleogeography and ore mineralisation. *Verhandlungen Geol. Bundesanstal* 1978/3, 221-235. Wien.

COLOM, G. (1975) Geología de Mallorca Dip. Prov. Baleares. Inst. Est. Bal. CSIC pp. 522. 2 Vols.

DAVIS, J.H. (1940) The ecology and geologic role of mangrooves in Florida. *Pap. Tortugas Lab.* 32:303-412.

DAVIS, A.J. (1980) Coastal Sedimentary Environment. Springer Verlag. Berlín.

EBANKS, W.S. (1975) Holocene carbonate sedimentation and diagenesis, Ambergis Cay, Belize. in: K.F. WANTLAND–PUSEY (ed). Belize (British Honduras) Shelf-Carbonate sediments, Clastic sediments and ecology. *Am. Assoc. Pet. Geol.* pp. 234-296.

EGLER, F.E. (1952) Southeast saline everglades vegetation, Florida, and its management. *Vegetatio,* 3:213-265.

ENOS, P. – PERKINS, R.D. (1979) Evolution of Florida Bay from island stratigraphy. *Geol. Soc. Am. Bull.* 90:59-83.

ESTEBAN, M. – CALVET, F. – DABRIO, A. – GINER; J. – POMAR, L. – SALAS, R. – PERMANYER, A. (1977) Messinian (Uppermost Miocene) reefs in Spain: Morphology, composition and depositional environment. *Com. Third. Int. Coral Reef Symp.* Miami. Florida.

ESTEBAN, M. – CALVET, F. – DABRIO, C. – BARON, A. – GINER, J. – POMAR, L. – SALAS, R. – PERMANYER, A. (1978) Aberrant features of the Messinian coral reefs, Spain. *Acta Geológica Hispánica* 13:20-22

ESTEBAN, M. (1979/80). Significance of the Upper Miocene coral of the western Mediterranean. *Paleogeo. Paleocli. Paleoeco.* 129:169-188.

FLUGEL, E. (1982). Microfacies Analysis of Limestones. Springer Verlag. Berlin.

FORNOS, J.J. (1983) Estudio Sedimentológico del Mioceno Terminal de la Isla de Mallorca. Tesis de Licenciatura. Universitat de Barcelona. Inédita.

GARCIA YAGUE, A. (1968) Estudio hidrogeológico del Llano de Palma. Min. Obras Públicas, D.G.O.H., S.G.O.P., 3 tomos Septiembre de 1968.

HERMITE, H. (1879). Estudes geologiques sur les Illes Baléars. Première partie. Majorque et Minorque. Ed. F. Pichon et F. Savy. Paris.

ESTEBAN, M. (1979/80). Significance of the Upper Miocene coral of the western Mediterranean. *Paleogeo. Paleocli. Paleoeco.* 129:169-188.

FLUGEL, E. (1982). Microfacies Analysis of Limestones. Springer Verlag. Berlin.

FORNOS, J.J. (1983) Estudio Sedimentológico del Mioceno Terminal de la Isla de Mallorca. Tesis de Licenciatura. Universitat de Barcelona. Inédita.

GARCIA YAGUE, A. (1968) Estudio hidrogeológico del Llano de Palma. Min. Obras Públicas, D.G.O.H., S.G.O.P., 3 tomos Septiembre de 1968.

HERMITE, H. (1879). Estudes geologiques sur les Illes Baléars. Première partie. Majorque et Minorque. Ed. F. Pichon et F. Savy. Paris.

MARGALEF, R. (1974) Ecología. Ed. Omega. Barcelona.

POMAR, L. (1979). La Evolución tectonosedimentaria de las Baleares. Análisis Crítico. *Acta Geológica Hispánica.* Homenatge a Lluís Solé i Sabarís. T.14 pp. 293-310.

SCHOLL, D.W. (1969) Modern coastal swamp stratigraphy and the ideal cyclothem. in: E.C.DAPLES – M.B. HOPKINS (eds) Environments of Coal Deposition. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.* 114:37-61.

SEMENIUK, V. Sedimentology and the stratigraphic sequence of a tropical tidal flat, North-Western Australia. *Sedimentary Geology,* 29:195-221.

WANLESS, H.R. (1974) Mangroove sedimentation in geologic perspective. in: P.J. GLEASON (ed) Environments of South Florida: Present and Past. *Miami Geol. Soc. Mem.* 2:190-200.

WARD, L.G. (1981) Suspended-material transport in marsh tidal channels, Kiawash Island, South Carolina. *Marine Geology.* 40:139-154.

WILSON, J.L. (1975) Carbonate facies in Geologic History. Springer Verlag. Berlin.

WOODROFFE, C.D. (1981) Mangroove-swamp stratigraphy and Holocene Transgression, Grand Cayman Island, Eest Indies. *Marine Geology,* 41:271-294.